

# 埋設 VU 管内部から局所荷重を付与した際に生じるひずみの挙動評価 Evaluation of Strain Behavior Under Local Load Applied from Inside of Buried VU Pipe

○兵頭 正浩\* 西口 雅也\*\* 緒方 英彦\*\*\* 石井 将幸\*\*\*\*

HYODO Masahiro\* NISHIGUCHI Masaya\*\* OGATA Hidehiko\*\*\* and ISHII Masayuki\*\*\*\*

## 1. はじめに

我が国において、国営造成の農業用パイプラインの延長は 8,734km であり、そのうち 90% 以上がダクタイル鋳鉄管や塩ビ管などのとう性管が占めている<sup>1)</sup>。著者らは、これまでに不とう性管である RC 管を対象とした機能診断手法として内面載荷法を提案してきた。不とう性管においては、地盤剛性よりも管体剛性の方が高く、管体の剛性を評価することが埋設管の剛性評価につながることを確認している。その一方で、とう性管は、地盤の拘束による管体のたわみを考慮した設計を要する管であり、地盤の状態が管体の変形特性に大きな影響を与える。そのため、とう性管においては、不とう性管とは異なる基準で機能診断を実施する必要がある。とう性管を対象とした機能診断の可能性を検証するために、締固め度や埋設深といった埋設条件が異なる VU 管に内面載荷法を適用し、取得される荷重-変形量の関係および荷重-ひずみの関係から、地盤の状態が管体の挙動に及ぼす影響を評価した。

## 2. 実験概要

### 2.1 供試模型の作製

供試管は、φ250mm×500mm の VU 管を用いた。内面載荷を行う測定断面の管中心を原点として管頂を 0° とした。管頂から時計回りに角度を設定し、内面および外面にひずみゲージ(東京測器研究所, GFLAB-6-70-10LJCT-F)を円周方向 45° 間隔に計 14 枚貼り付けた。このとき、内面載荷装置の治具と管体が接触する 0° および 180° の内面においてはひずみゲージを貼り付けていない。作製した模型の横・縦断面図を図 1 に示す。模型は鉄製の箱(厚さ 4.5mm)で、鉄製蓋(厚さ 9mm)の上部から外圧を付加することで埋設深を想定した。埋め戻し材料は真砂土(最大乾燥密度  $\rho_{dmax}=1.73g/cm^3$ , 最適含水比  $\omega=14.2\%$ )を用いた。締固め度と鉄製蓋載荷による想定埋設深を埋設条件として表 1 に示す。

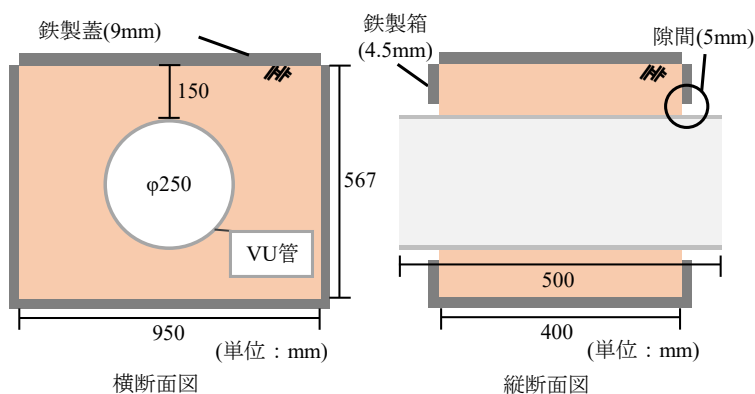


図 1 実験模型の断面図

表 1 想定埋設条件

条件名称	締固め度 (%)	埋設深 (m)
Pipe	-	-
75-0.15	75	0.15
75-0.40		0.40
75-0.60		0.60
90-0.15	90	0.15
90-0.40		0.40
90-0.60		0.60

\*鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, Tottori University, \*\*元鳥取大学大学院持続性社会創生科学研究科, Graduate school of Agriculture, Tottori University, \*\*\*鳥取大学大学院連合農学研究科, The United graduate school of Agricultural sciences, Tottori University, \*\*\*\*島根大学学術研究院 Academic Assembly, Shimane University

とう性管, 内面載荷法, 曲げひずみ, 軸ひずみ, 荷重-変形量の関係

### 3. 結果と考察

#### 3.1 埋設状態での荷重と変形量の関係

各条件で取得した荷重—変形量を図 2 に示す。締固め度 75%のすべてのシリーズでは、荷重と変形量の関係はおおむね線形関係にあることが確認された。その一方で、締固め度 90%のシリーズでは、荷重と変形量の関係は非線形性を有することが確認された。

#### 3.2 荷重と軸および曲げひずみの関係

荷重—90° (90°, 270° の平均) 軸ひずみおよび鉛直荷重—90° (90° と 270° の平均) 曲げひずみの関係を図 3 に示す。なお、外面が引張となるひずみを正とし、以下の式で求めた。

$$\varepsilon_t = \frac{\varepsilon_{out} + \varepsilon_{in}}{2}, \quad \varepsilon_b = \frac{\varepsilon_{out} - \varepsilon_{in}}{2}$$

$\varepsilon_t$  : 軸ひずみ,  $\varepsilon_b$  : 曲げひずみ,  $\varepsilon_{out}$  : 外面の周方向ひずみ,  $\varepsilon_{in}$  : 内面の周方向ひずみ

荷重と 90° 軸ひずみの関係では、すべての埋設条件において引張方向の軸ひずみのみが発生していることを確認した。一方、荷重と 90° 曲げひずみの関係では、締固め度によって挙動が異なることがわかった。締固め度 75%では、外面に圧縮方向の曲げひずみのみが生じるが、締固め度 90%の荷重 0~300N の範囲では外面に引張方向の曲げひずみが生じ、荷重 300N 以上では圧縮方向の曲げひずみに切り替わることを確認した。以上より、地盤による管体拘束の影響が強いと考えられる低下荷重時（今回のケースでは 0~300N）では管体の伸縮による変形のみであったが、地盤による管体拘束の影響が弱いと考えられる高荷重時（今回のケースでは 300N 以上）では管体の伸縮に加えて曲げによる変形が加わったと考えられた。

#### 4. まとめ

埋設とう性管に内面載荷法を適用した際は、荷重と変形量の傾きが非線形となる領域が確認された。その理由としては、地盤による管体の拘束の影響であり、非線形領域の存在の有無によって地盤の締固め状態を評価できることが示唆された。

謝辞：本研究は、科学研究費補助金「埋設された管体および周辺地盤の個別状態評価手法の提案と判定基準の構築」（課題番号：22H02457, 代表：兵頭正浩）の助成を受けて実施した。ここに記して感謝の意を表します。  
参考文献：1)山口康晴：農業用管水路の整備状況とリスク管理に関する考察，農業農村工学会誌，第 85 巻 第 10 号，pp.33-36, 2017

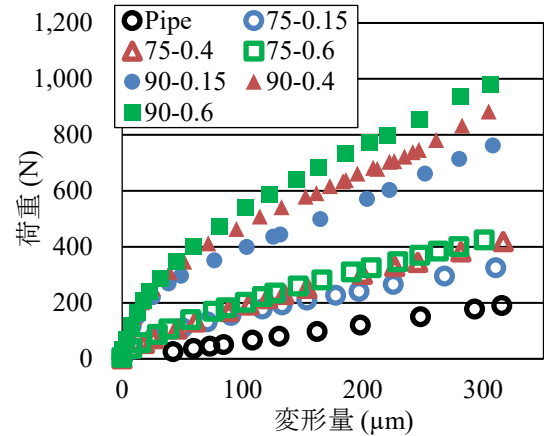


図 2 各埋設条件における荷重と変形量

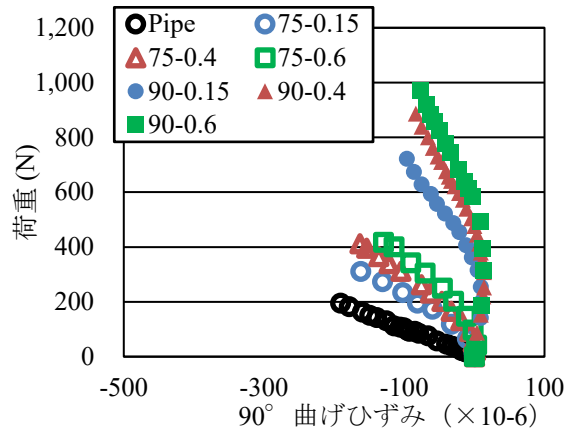
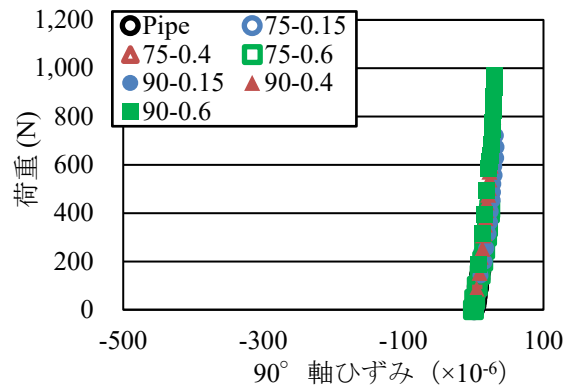


図 3 荷重と軸および曲げひずみの関係